



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 198 53 834 A 1

⑯ Int. Cl.⁷:
B 22 C 7/00

⑯ Aktenzeichen: 198 53 834.0
⑯ Anmeldetag: 21. 11. 1998
⑯ Offenlegungstag: 31. 5. 2000

DE 198 53 834 A 1

⑯ Anmelder:

Ederer, Ingo, 80799 München, DE; Höchsmann, Rainer, 86682 Genderkingen, DE; Kudernatsch, Alexander, 86163 Augsburg, DE

⑯ Erfinder:

gleich Anmelder

⑯ Entgegenhaltungen:

DE	197 23 892 C1
US	42 47 508
EP	04 31 924 B1
WO	88 02 677 A3

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren zum Herstellen von Bauteilen durch Auftragstechnik

⑯ Verfahren zum Herstellen von Bauteilen, insbesondere von Gießformen oder Gießkernen, durch Auftragstechnik sowie zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf: Ablagern einer Schicht eines schüttfähigen Partikelmaterials in einem Bereich auf einer Bauunterlage; vollflächiges Auftragen eines Bindermaterials auf die Schicht von Partikelmaterial; Auftragen eines das Bindermaterial austärtenden Härters in Form flüssiger Tröpfchen mittels eines verfahrbaren Dosiergeräts auf die Schicht von Partikelmaterial und Bindermaterial in einem ausgewählten Teilbereich des Bereichs, derart, dass Bindermaterial und Partikelmaterial eine verfestigte Struktur bilden, wo der Härter aufgetragen wird; Fertigen weiterer Schichten jeweils durch Wiederholen der vorangehend genannten drei Schritte, wobei eine weitere Schicht von Partikelmaterial jeweils auf der vorangehenden Schicht abgelagert und der Härter gegebenenfalls in einem anderen Teilbereich als bei der vorangehenden Schicht aufgetragen wird; und Trennen der verfestigten Struktur von nicht verfestigten Anteilen des Partikelmaterials.

DE 198 53 834 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Bauteilen, insbesondere von Giessformen oder Giesskernen, durch Auftragstechnik sowie eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung.

Ein herkömmliches Herstellungsverfahren für Giessformen oder Giesskerne, z. B. für den Metallguss, besteht darin, dass Croning-Sand, ein polvölkörniges Material aus Kunstharsz umhüllte Giessanden, wie Quarz- oder Zirkonsand, in Kästen abgefüllt wird. Eine Negativform des Gussstückes wird dadurch erzeugt, dass ein Positivmodell des zu fertigenden Bauteils in den Kasten eingesetzt und in den Croning-Sand eingebettet wird. Die gesamte formgebende Croning-Sand-Füllung des Kastens wird dann üblicherweise in einem Arbeitsgang durch Erhitzen ausgehärtet. Die Fertigung des Positivmodells erfolgt mit herkömmlichen Verfahren des Modellbaus, wie NC-Fräsen oder NC-Drehen, und ist daher zeitaufwendig und teuer.

Um Giessformen, Modelle oder andere Bauteile schneller und günstiger herzustellen, wurden Verfahren der schichtweisen Auftragstechnik, sogenannte Rapid-Prototyping Verfahren entwickelt. Jede Schicht wird erzeugt, indem zunächst vollflächig Material auf der Unterlage bzw. der vorangehenden Schichtebene abgelagert wird. Dieses Material wird dann selektiv, d. h. nur in ausgewählten Bereichen der Unterlage bzw. der vorangehenden Schichtebene, mit der vorangehenden Schicht bzw. mit angrenzendem Material der aktuellen Schicht gebunden. Durch das schichtenweise Aufbauen des zu erstellenden Gegenstandes ist es ohne Schwierigkeiten möglich, mit Hohlräumen und Hinterschneidungen versehene komplexe Gebilde herzustellen.

Ein bekanntes Rapid-Prototyping Verfahren ist z. B. das Selektive-Laser-Sinter-Verfahren (SLS) gemäß WO 88/02677. Bei dem SLS-Verfahren wird ein Sintermaterial in einer Schicht aufgetragen und unter Einbringen von Energie mit einem schwenkbaren Laserstrahl selektiv angeschmolzen und dadurch gebunden. Dieser Vorgang wird schichtenweise wiederholt, um ein räumliches Bauteil auszubilden.

Grundsätzliche Nachteile des SLS-Verfahrens sind die aufwendige Maschinerie mit Laserskanntechnik und die durch die eingeschränkte Schwenkbarkeit des Lasers hervorgerufene Begrenzung der maximal zu erstellenden Bauteilgröße. Darüber hinaus lassen sich einige Materialien mittels dieses Verfahrens nicht verarbeiten, da sie bei zu geringen oder bei zu hohen Temperaturen schmelzen. Geringe Schmelztemperaturen führen zu schlechten Fertigungsgenauigkeiten, hohe Schmelztemperaturen verlängern einen hohen apparativen Aufwand und führen zu einer geringen Fertigungsgeschwindigkeit.

Ein anderes Rapid-Prototyping Verfahren ist aus der EP-0 431 924 B1 bekannt. Bei diesem Verfahren wird eine Schicht von Partikelmaterial abgelagert. Durch selektives Einbringen eines Bindermaterials wird die Partikelmaterial-schicht in einem ausgewählten Bereich gebunden und mit der zuletzt vorher gefertigten Schicht verbunden. Dieser Vorgang wird eine ausgewählte Anzahl von Malen wiederholt. Schliesslich wird Partikelmaterial entfernt, das nicht durch Bindermaterial benetzt wurde, und infolgedessen umgebunden ist. Das Bindermaterial kann mittels den aus der Drucktechnik bekannten Drop-on-Demand Dosierköpfen kostengünstig aufgebracht werden. Als Partikelmaterial wird beispielsweise Keramikpulver, als Bindermaterial beispielsweise eine kolloidalische Suspension verwendet. Das Bindermaterial wird durch Zuführen von Strahlung oder durch schlichte chemische Reaktion zum Aushärteten gebracht.

Ein Problem bei dem Verfahren gemäß EP-0 431 924 B1

wird durch das Bindermaterial hervorgerufen, das in erheblicher Menge aufgetragen werden muss, um die Bindung zu gewährleisten. Damit die benachbarten Partikel innerhalb einer Schicht oder benachbarter Schichten aneinander gebunden werden, muss Bindermaterial möglichst genau an die Berührstellen zwischen den benachbarten Partikeln gelangen. Um dies sicherzustellen, muss in Kauf genommen werden, dass sich die teilweise recht weiten Hohlräume zwischen den Partikeln weitgehend mit dem Bindermaterial füllen. Soll eine gute Aushärtung erreicht werden, muss somit viel Bindermaterial aufgebracht werden. Die üblicherweise zum Auftragen des Bindermaterials verwendeten Drop-on-Demand Druckvorrichtungen sind jedoch hinsichtlich des erzielbaren Materialausstosses beschränkt. Die erreichbare Baugeschwindigkeit ist daher bei den Verfahren mit Bindermaterialauftrag beschränkt, solange die kostengünstigen Drop-on-Demand Druckvorrichtungen eingesetzt werden.

In der Anmeldung DE 197 23 892 wird deshalb eine andere Vorgehensweise vorgeschlagen, um Giessformen zu erstellen. Anstelle des Partikelmaterials wird ein Verbundmaterial abgelagert, das mit einem Bindermittel umhüllte Partikel aufweist. Dann wird ein Moderiermittel selektiv aufgetragen, das die spezifische Energie, die zum Verfestigen des Verbundmaterials durch Anschmelzen oder chemisch Reagieren des Bindermaterials erforderlich ist, von einem Ausgangswert auf einen diskreten anderen Wert herab- oder heraufsetzt. Anschliessend wird Energie mit einem Wert spezifischer Energie, der zwischen dem Ausgangswert und dem anderen Wert liegt, eingebracht, so dass entweder der mit Moderiermittel benetzte oder der davon frei Bereich verfestigt wird. Da von dem Moderiermittel eine ungleich geringere Menge aufgetragen werden muss, lassen sich auch bei Verwendung kostengünstiger Drop-on-Demand Druckköpfe hohe Fertigungsgeschwindigkeiten erreichen.

Da sich das Moderiermittel jedoch relativ unkontrolliert in der zuletzt aufgetragenen Schicht und der bereits gefertigten Struktur verteilt, lässt das Verfahren gemäß DE 197 23 892 keine besonders guten Fertigungsgenauigkeiten zu.

Mit der Erfindung wird das Problem gelöst, ein Rapid-Prototyping Verfahren zur Herstellung von Bauteilen, insbesondere Giessformen bzw. Giesskernen zu schaffen, das mit einer kostengünstigen Vorrichtung durchführbar ist und gleichzeitig hohe Fertigungsgeschwindigkeit und gute Fertigungsgenauigkeit miteinander vereint, sowie eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete kostengünstige Vorrichtung zu schaffen.

Das Verfahren betreffend wird das Problem erfindungsgemäß gelöst mit einem Verfahren zum Herstellen von Bauteilen, insbesondere von Giessformen oder Giesskernen, durch Auftragstechnik mit den Schritten:

- a) Ablagern einer Schicht eines schüttfähigen Partikelmaterials in einem Bereich auf einer Bauunterlage;
- b) vollflächiges Auftragen eines Bindermaterials auf die Schicht von Partikelmaterial;
- c) Auftragen eines das Bindermaterial aushärtenden Härten in Form flüssiger Tröpfchen mittels eines verfahrbaren Dosiergeräts auf die Schicht von Partikelmaterial und Bindermaterial in einem ausgewählten Teilbereich des Bereichs, derart dass Bindermaterial und Partikelmaterial eine verfestigte Struktur bilden, wo der Härter aufgetragen wird;
- d) Fertigen weiterer Schichten jeweils durch Wiederholen der Schritte a) bis c), wobei eine weitere Schicht von Partikelmaterial jeweils auf der vorangehenden Schicht abgelagert und der Härter gegebenenfalls in ei-

nem anderen Teilbereich als bei der vorangehenden Schicht aufgetragen wird; und
e) Trennen der verfestigten Struktur von nicht verfestigten Anteilen des Partikelmaterials.

Unter vollflächigen Auftragen des Bindermaterials wird dabei ein Auftragen mittels einer Auftragstechnik verstanden, die sich nicht zum selektiven Auftragen eignet. Die ausgewählten Teilbereiche, in denen der Härtar aufgetragen wird, entsprechen dem geometrischen Querschnitt des zu fertigenden Bauteils in der jeweiligen Schicht. Die Steuerung des verfahrbaren Dosiergeräts zwecks Auftragen des Härtars erfolgt auf der Basis der geometrischen Daten des Bauteils, die z. B. als CAD-Datei vorliegen.

Im Gegensatz zum SL-S-Verfahren wird die selektive Verfestigung des Partikelmaterials erfindungsgemäß dadurch herbeigeführt, dass Materialien aufgetragen werden. Diese Vorgehensweise erspart eine aufwendige Apparatur, wie sie z. B. bei Verfestigung mittels Laserenergieeintrag erforderlich ist. Der flüssige Härtar kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren mittels einer herkömmlichen Drop-on-Demand Druckvorrichtung selektiv aufgebracht werden. Damit ist die Durchführung der Bauteilerstellung mittels einer sehr kostengünstigen Vorrichtung gewährleistet.

Bei Verwendung einer geeigneten Kombination von Bindermaterials und Härtar muss der Härtar nur in geringer Menge aufgetragen werden, um das in größerer Menge vorhandene Bindermaterial auszuhärten. Nur der Härtar, nicht aber das Bindermaterial wird mittels einer Drop-on-Demand Druckvorrichtung aufgetragen. Auch bei Verwendung von kostengünstigen Drop-on-Demand Druckvorrichtungen, deren Volumendurchsatz beschränkt ist, wird deshalb mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine hohe Baugeschwindigkeit gewährleistet.

Da dadurch dass auf ein Moderiermittel verzichtet wird und statt dessen ein unmittelbar nach dem Auftreffen auf die zu festigende Partikelmaterialschicht an der Position seines Auf treffens seine Wirkung entfallender Härtar verwendet wird, lässt sich auch eine hohe Fertigungsgenauigkeit erzielen. Das Eintreten der Aushärtung ist nicht von unkontrollierbaren Fließvorgängen innerhalb der Partikelschicht abhängig.

Somit vereint das erfindungsgemäße Verfahren die Vorteile von kostengünstiger Vorrichtung, hoher Baugeschwindigkeit und hoher Fertigungsgenauigkeit. Dies wird mit keinem der eingangs beschriebenen Verfahren aus dem Stand der Technik erreicht.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahren besteht darin, dass das vollflächige Auftragen des Bindermaterials Auftragstechniken ermöglicht, mit denen ein be sondern gleichmässiges Auftragen ermöglicht wird. Dies kann bei Bauteilen, die als Giessform oder Giesskerne Verwendung finden, sehr nützlich sein, weil es ermöglicht, die Giessparameter, d. h. den Ablauf des Giessvorgangs auf den exakt vorhandenen Anteil an Bindermaterial abzustimmen. Auf diese Weise können Lunkerbildung und Bildung von Oberflächenunebenheiten, die aufgrund des Verdampfens des Bindermaterials während des Abgiessens und Diffundieren in das Gussmetall auftreten können, gering gehalten werden.

Als Partikelmaterial kann erfindungsgemäß ein geeignetes Material, z. B. ein Schüttgut verwendet werden. Vorauswiese wird als das Partikelmaterial ein Sand, z. B. ein Silikatsand abgelagert. Weiter vorzugsweise wird ein unbehandelter Quarzsand, unbehandelter Chromit-Sand oder unbehandelter Zirkonsand abgelagert. Die Verwendung dieser unbehandelten Materialien hat den Vorteil, dass gleichzeitig den Anforderungen an Materialien für Giessformen voll ge-

nügt ist und eine kostenintensive Nachbehandlung, z. B. eine Beschichtung, entfällt.

Erfindungsgemäß kann die Schicht von Partikelmaterial in einer Dicke abgelagert werden, die der Stärke eines einzigen Partikels entspricht oder die bis zu mehreren Zentimetern beträgt. Bevorzugt wird die Schicht von Partikelmaterial jedoch in einer Dicke zwischen 0,1 und 2 mm abgelagert. Durch die Wahl einer Schichtdicke innerhalb dieses Bereichs wird ein optimaler Kompromiss zwischen Fertigungsgenauigkeit und erreichbarer Aufbaugeschwindigkeit eingegangen. Grundsätzlich verkürzt sich bei zunehmenden Schichtdicken die Aufbauzeit. Gleichzeitig verschlechtert sich die Bauteilauflösung. Bei geringeren Schichtdicken als 0,1 mm führt das erforderliche häufigere Durchführen des Auftragens des Partikelmaterials zu überproportional langen Bauzeiten. Gleichzeitig ist aber die erreichbare weitere Steigerung der Bauteilauflösung in diesem Bereich wegen der Einflüsse von Prozessschwankungen nicht mehr gross. Bei grösseren Schichtdicken als 2 mm können das Bindermaterial und der Härtar nur noch unter grossem Aufwand so aufgetragen werden, dass sie die Schicht vollständig durchdringen und die gesamte Schicht austüpfeln. Eine weitere Steigerung der Schichtdicke führt daher hier nicht mehr zur Erhöhung der Aufbaugeschwindigkeit.

Bevorzugt wird die Schichtstärke abhängig von der Komplexität der zu erstellenden Schichten und/oder dem Ausmass der Veränderungen von Schicht zu Schicht variiert. Wenn z. B. die auszuhärtende Gestalt mehrerer aufeinanderfolgender Schichten identisch ist, wird durch Vergrössern der Schichtdicke ohne Einbussen in der Genauigkeit die Bauzeit vermindert.

Erfindungsgemäß ist es möglich, dass das Bindermaterial als festes oder flüssiges Material aufgetragen wird. Das Bindermaterial kann erfindungsgemäß z. B. als Pulver mittels eines Schiebers oder als aufzulegende Folie aufgebracht werden. Bevorzugt wird das Bindermaterial als Spray mittels eines Viermeblers (Aerosolzuges) aufgetragen. Dies hat den Vorteil, dass zum Auftragen eine Vorrichtung verwendet werden kann, die mit sehr wenigen bewegten Bau teilen auskommt und daher kostengünstig ist.

Als Auftragstechniken für ein flüssiges Bindermaterial kann z. B. sogenannte Airless-Techniken verwendet werden, bei denen das reine Bindermaterial unter Hochdruck durch eine Düse gepresst wird. Andere Techniken sind die Airbrush-Technik, bei denen ein Hochdruck-Lufstrom an einem Dorn geführtes Bindermaterial von diesem weg mit sich reisst, bzw. die Rotationstechnik. Mit diesen Techniken ist das Bindermaterial sehr fein und sehr exakt dosierbar.

Bevorzugt wird als das Bindermaterial ein Furanharz aufgetragen.

Erfindungsgemäß wird bevorzugt, dass das Bindermaterial in einer solchen Menge aufgetragen wird, dass der Binder in der verfestigten Struktur einen Anteil von weniger als 4 Gewichtsprozent hat. Weiter bevorzugt wird so viel Bindermaterial aufgetragen, dass ein Anteil des Bindermaterials in der verfestigten Struktur von 2,5 bis 3 Gewichtsprozent erreicht wird. Auf diese Weise wird ein optimaler Kompromiss zwischen Aspekten der Gussqualität und Aspekten der Giessformstabilität erreicht. Es ist ausreichend Bindermaterial vorhanden, um eine gute Bindungswirkung im Material und damit eine gute Festigkeit des Bauteils zu erreichen. Gleichzeitig ist wenig genug Bindermaterial vorhanden, um das beim Giessen auftretende Ausgasen des Bindermaterials und die damit verbundene Lunkerbildung in akzeptablen Grenzen zu halten.

Bevorzugt wird die relativ zur Partikelmaterialmenge aufgetragene Menge an Bindermaterial schichtweise variiert.

Als Härtar kann erfindungsgemäß ein Material dienen,

das sich für das selektive Aufbringen eignet. Bevorzugt wird als der Härter eine organische Säure aufgetragen. Organische Säuren bieten bei sehr geringem Materialvolumen im Zusammenwirken mit einem Bindermaterial wie Furanharz eine sehr starke Bindungswirkung.

Erfindungsgemäß kann das Verfahren zur Herstellung üblicher Bauteile verwendet werden, z. B. von Design- oder Konstruktionsmodellen. Bevorzugt wird das Verfahren zur Herstellung einer Gießform oder eines Gießkerns verwendet.

Die Vorrichtung betreffend wird das Problem erfundungsgemäß gelöst mit einer Vorrichtung zum Herstellen von Bauteilen in Auftragstechnik mit einer Bauunterlage, einer Auftragsvorrichtung, von der ein schüttfähiges Partikelmaterial schichtweise auf der Bauunterlage oder einer Vorgängerschicht ablagerbar ist, einem entlang der jeweils zuletzt abgelagerten Schicht von Partikelmaterial verfahrbaren Dosiergerät, von dem ein flüssiger Härter auf ausgewählte Bereiche der Schicht auftragbar ist, und einer Sprayvorrichtung, von der ein Bindermaterial zerstäubbar und vollflächig auf die Schicht auftragbar ist.

Als das verfahrbare Dosiergerät kann erfundungsgemäß eine geeignete Vorrichtung dienen. Bevorzugt finden herkömmliche Drucksysteme Verwendung, zum Beispiel mit Drop-on-Demand-Technik (Bubble-Jet- oder Piezo-Technik) oder mit Continuous-Jet-Technik. Bevorzugt wird als verfahrbare Dosiergerät ein Drop-on-Demand Druckkopf verwendet. Weiter vorzugsweise findet ein Druckkopf mit Piezo-Technik Verwendung. Besonders wird ein Druckkopf mit Piezo-Paddel-Technik bevorzugt. Unter Piezo-Paddel-Technik ist die Verwendung eines Piezo-Biegewandlers zu verstehen, der mit dem einen Ende befestigt ist und dessen anderem auskragenden Ende benachbart die Düsenöffnung angeordnet ist, durch die die Piezobiegewandler mittels einer Paddelbewegung Fluid austostet.

Eine Ausführungsform der Erfindung wird in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfundungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 2 eine Ausführungsform der erfundungsgemäßen Vorrichtung; und

Fig. 3 eine Ausführungsform der erfundungsgemäßen Vorrichtung.

As Fig. 1 ist das Prinzip des erfundungsgemäßen Verfahrens ersichtlich.

In dem linken Teil der Fig. 1 ist der Aufbau der bei der Durchführung des Verfahrens hergestellten Schichtenstruktur vor Entfernen der nicht verfestigten Anteile des Baumaterials dargestellt. In einem durch Wände eines Behälters abgegrenzten Bereich ist schichtweise schüttfähiges Partikelmaterial abgelagert worden und ein Bindermaterial vollflächig aufgetragen worden. Die einzelnen Schichten sind durch wagerechte zwischen den Schichten angeordnete Trennlinien dargestellt. In den schraffiert gezeichneten Teilbereichen der einzelnen Schichten ist jeweils nach Ablagern der Schicht tropfchenweise Härter aufgetragen worden. In diesen Bereichen ist die Schicht von Partikelmaterial und Bindermaterial infolge des Härterauftrages verfestigt worden und eine verbundene Struktur gebildet worden.

In dem rechten Teil der Figur ist die Gestalt des entstandenen Bauteils nach Entfernen der nicht verfestigten Anteile des Baumaterials dargestellt.

As Fig. 2 ist eine Ausführungsform der erfundungsgemäßen Vorrichtung ersichtlich (Vorderansicht).

Obenhalb von einer eben ausgebildeten Bauunterlage 1 ist eine Auftragsvorrichtung 2 angeordnet. Die Auftragsvorrichtung 1 weist eine Partikelmaterialzuführung 21 und eine Schiebervorrichtung 22 auf. Über die Partikelmaterialzufüh-

rung 21 wird schüttfähiges Partikelmaterial auf die Bauunterlage 1 bzw. auf eine auf dieser aufgebaute Vorgängerschicht aufgebracht. Mittels der Schiebervorrichtung 22 ist das aufgebrachte Partikelmaterial gleichmäßig auf der Bauunterlage 1 bzw. der Vorgängerschicht verteilt, so dass eine Schicht von Partikelmaterial gebildet wird.

Am dem Verfahrschlitten 43 ist ein Querverfahrschlitten 5 und an diesem ein Dosiergerät 3 angeordnet. Das Dosiergerät 3 ist als Piezopaddel Drop-on-Demand Druckkopf ausgebildet. Über dem Verfahrschlitten 43 und dem Querverfahrschlitten 5 ist das Dosiergerät oberhalb der gesamten Fläche der Bauunterlage verfahrbar.

As Fig. 3 ist eine Ausführungsform der erfundungsgemäßen Vorrichtung ersichtlich (Rückansicht).

Oberhalb der Bauunterlage 1 ist eine Sprayvorrichtung 4 angeordnet. Die Sprayvorrichtung weist eine Verfahrvorrichtung 41 auf, mittels der ein Verfahrschlitten 42, der sich in Querrichtung der Bauunterlage 1 über diese hinweg verfahrbar ist. Dem Verfahrschlitten 42 entlang ist eine Düsenanordnung 43 vorgesehen, deren Düsen gleichmäßig über die volle Querabmessung der Bauunterlage 1 verteilt sind. Die Düsen der Düsenanordnung 43 sind zu der Bauunterlage 1 hin ausgerichtet. Die Düsen sind über ein (nicht gezeigtes) Leitungssystem an einen (nicht gezeigten) Hochdruckerzeuger und einen Vorratsbehälter für Bindermaterial (nicht gezeigt) angeschlossen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Bauteilen, insbesondere von Gießformen oder Gießkernen, durch Auftragstechnik mit den Schritten:

- Ablagern einer Schicht eines schüttfähigen Partikelmaterials in einem Bereich auf einer Bauunterlage;
- volflächiges Auftragen eines Bindermaterials auf die Schicht von Partikelmaterial;
- Auftragen eines das Bindermaterial aushärtenden Härters in Form flüssiger Tröpfchen mittels eines verfahrbaren Dosiergeräts auf die Schicht von Partikelmaterial und Bindermaterial in einem ausgewählten Teilbereich des Bereichs, der dass Bindermaterial und Partikelmaterial eine verfestigte Struktur bilden, wo der Härter aufgetragen wird;
- Fertigen weiterer Schichten jeweils durch Wiederholen der Schritte a) bis c), wobei eine weitere Schicht von Partikelmaterial jeweils auf der vorangegangenen Schicht abgelagert und der Härter gegebenenfalls in einem anderen Bereich als bei der vorangegangenen Schicht aufgetragen wird; und
- Trennen der verfestigten Struktur von nicht verfestigten Anteilen des Partikelmaterials.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei als das Partikelmaterial ein Sand, vorzugsweise ein unbehandelner Quarzsand, verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Bindermaterial als Spray mittels eines Verneblers aufgetragen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei als das Bindermaterial ein Furanharz aufgetragen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Bindermaterial in einer solchen Menge aufgetragen wird, dass der Binder in der verfestigten Struktur einen Anteil von weniger als 4 Gewichtsprozent, vorzugsweise von 2,5 bis 3 Gewichtsprozent einnimmt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei

als der Härtcr eine organische Säure aufgetragen wird.

7. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 zur Herstellung einer Giessform oder eines Giesskerns.

8. Vorrichtung zum Herstellen von Bauteilen in Auftragstechnik mit einer Baunterlage (1), einer Auftragsvorrichtung (2), von der ein schüttfähiges Partikelmaterial schichtweise auf der Baunterlage (1) oder einer Vorgängerschicht ablagerbar ist, einem entlang der jeweils zuletzt abgelagerten Schicht von Partikelmaterial verfahrbaren Dosiergerät (3), von dem ein flüssiger Härtcr auf ausgewählte Bereiche der Schicht auftragbar ist, und einer Sprayvorrichtung (4), von der ein Bindermaterial zerstäubbar und vollflächig auf die Schicht auftragbar ist.

9. Vorrichtung gemäss Anspruch 8, wobei das Dosiergerät ein Drop-on-Demand Druckkopf mit Piezo-Technik ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

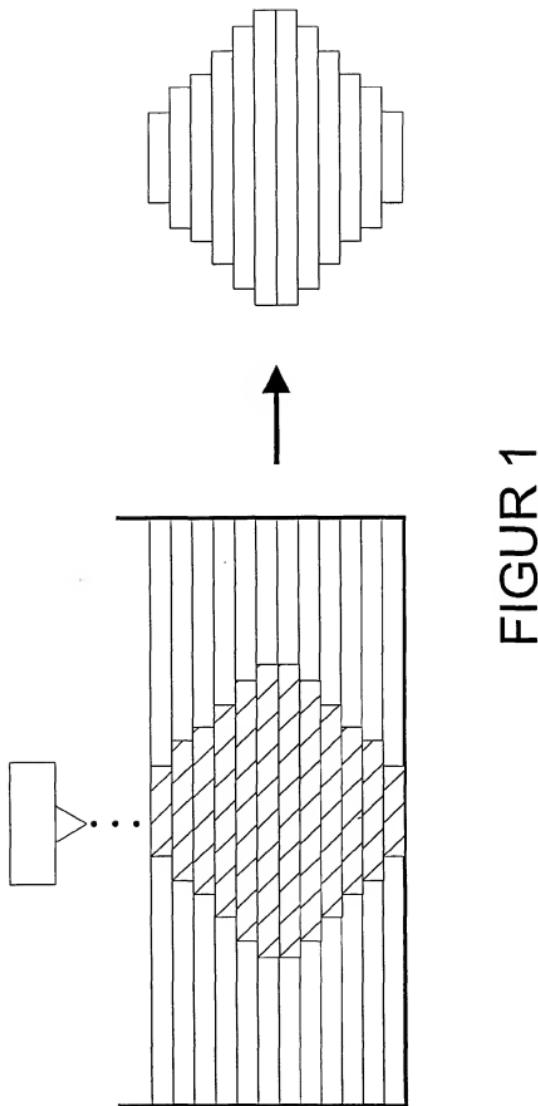
50

55

60

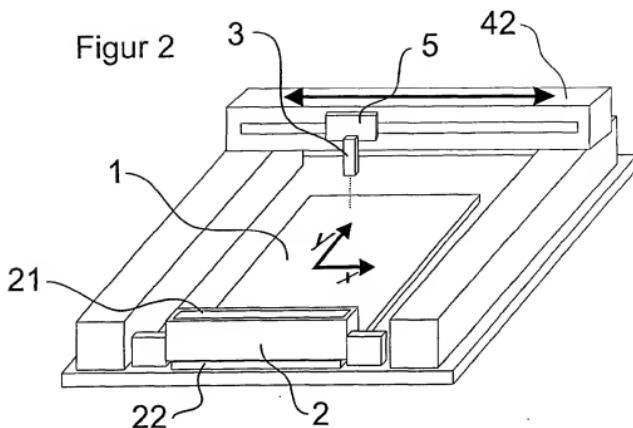
65

- Leerseite -



FIGUR 1

Figur 2



Figur 3

